

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number 03274272 A

(43) Date of publication of application: 05.12.91

(51) Int. Cl

C23C 16/30
C23C 16/34
G02B 6/12

(21) Application number 02076029

(22) Date of filing: 26.03.90

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: UCHIDA SHINJI
NISHIWAKI SEIJI
ASADA JUNICHI

(54) OPTICAL THIN FILM, ITS PRODUCTION AND
OPTICAL WAVEGUIDE

(57) Abstract

PURPOSE: To produce an optical thin film of SiN or SiON having a small transmission loss by specifying the ratio of the vol. flow rate of NH₃ to that of SiH₄ when a film is formed by plasma CVD method with reactive gas consisting of SiH₄, NH₃, N₂O and N₂.

CONSTITUTION: When a film is formed by plasma CVD method with SiH₄, NH₃, N₂O and N₂ as reactive gases,

the ratio of the vol. flow rate of NH₃ to that of SiH₄ is regulated to ≤ 2.5 to form an SiN or SiON film satisfying relation represented by an inequality $\lambda \leq 107 \times n + 14$ (where λ is wavelength (nm) at an absorption edge at which absorbance per 1 μm film thickness becomes 1 and (n) is refractive index). This film is an optical thin film having a remarkably reduced transmission loss and an optical waveguide having about $\leq 1\text{dB/cm}$ transmission loss can stably be obtd. by using the optical thin film.

COPYRIGHT (C)1991,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報 (A) 平3-274272

⑬ Int. Cl.³
 C 23 C 16/30
 16/34
 G 02 B 6/12

識別記号
 厅内整理番号
 8722-4K
 8722-4K
 M 7036-2K

⑭ 公開 平成3年(1991)12月5日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光学薄膜とその製造方法および光導波路

⑯ 特願 平2-76029
 ⑰ 出願 平2(1990)3月26日

⑱ 発明者 内田 真司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 ⑲ 発明者 西脇 青児 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 ⑳ 発明者 麻田 潤一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 ㉑ 出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
 ㉒ 代理人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明細書

1. 発明の名称

光学薄膜とその製造方法および光導波路

2. 特許請求の範囲

(1) 厚さ $1 \mu\text{m}$ あたりの吸光度が1となる吸収端波長 λ (単位 nm) が屈折率 n に対し

$$\lambda \leq 107 \times n + 14$$

の関係式を満たす、シリコンナイトライド膜もしくはシリコンオキシナイトライド膜で形成されたことを特徴とする光学薄膜。

(2) シリコンナイトライド膜もしくはシリコンオキシナイトライド膜を、プラズマCVD法により、反応ガスに SiH_4 、 NH_3 、 N_2O 、 N_2 を用いると共に NH_3 と SiH_4 の体積流量比 (NH_3/SiH_4) を2.5以上として成長することを特徴とする請求項1記載の光学薄膜の製造方法。

(3) 請求項1記載の光学薄膜により形成された光導波路。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光学薄膜及びその製造方法並びにそれを用いた光導波路に関する、特に光通信デバイス、薄膜光ヘッド等の光学デバイス等に用いて有用なものである。

従来の技術

例えば、従来よりシリコンナイトライド膜 (SiN膜) もしくはシリコンオキシナイトライド膜 (SiON膜) は、耐湿性、耐アルカリ性、機械的強度が優れる等の理由で主に半導体のバッショニング膜として用いられ、また、近年これらの薄膜を導波路等の光学薄膜として用いる研究がなされている。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、従来における薄膜の導波特性は一般に、伝搬損失が 5dB/cm ~数十 dB/cm であり良好な伝送効率が得られていなかった。

光通信デバイス、薄膜光ヘッド等に代表される光学デバイスにおいては、伝搬損失が 1dB/cm 以下の良好な光導波路が要望されており、本発明はかかる点に鑑み、伝搬損失の小さい光学薄膜、光導

波路を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

シリコンナイトライド膜もしくはシリコンオキシナイトライド膜について、その屈折率を n としたときに、その吸収端波長 λ (単位 nm) が

$$\lambda \leq 107 \times n + 14$$

の関係式を満たす光学薄膜を光導波路として用いる。

また、この光学薄膜の製造方法として、反応ガスに SiH_4 、 NH_3 、 N_2O 、 N_2 を用い、かつ NH_3 と SiH_4 の体積流量比 (NH_3/SiH_4) を 2.5 以上としてプラズマ CVD 法を用いる。

作用

上記の関係式または成膜条件を満たすことにより、伝搬損失を著しく低減化した光学薄膜、光導波路が実現できるものである。

実施例

以下に、本発明の実施例につき説明を行なう。プラズマ CVD 法により、基板温度 300°C、圧力 0.5 torr、RF 周波数 400 Hz の条件下で

することがわかる。なお、このときの薄膜の屈折率 n は 1.89 である。

第 1 表

流量比 (上段) 伝搬損失 (下段)	吸収端波長
0.5 10.0 dB/cm	255 nm
1.0 5.0 dB/cm	246 nm
2.5 1.0 dB/cm	216 nm
5.0 0.5 dB/cm	214 nm

次に、シリコンオキシナイトライド膜 (SiO

反応ガスとして SiH_4 、 NH_3 、 N_2 を用い基板上にシリコンナイトライド膜 (SiN 膜) の光学薄膜を形成して光導波路とした。なお、膜厚は約 1 μm とした。

N_2 の流量を 1000 SCCM として、 SiH_4 、 NH_3 の流量を変化させて、種々のシリコンナイトライド膜を作成し、流量比 (NH_3/SiH_4) と吸収端波長と伝搬損失との関係を求めた結果を第 1 表に示す。ここで、伝搬損失はプリズムカプラー法で光導波路内に $He-Ne$ レーザー光 (波長: 632.8 nm) を導波させ、その散乱光強度の減衰度合から評価した。

なお、表 1 を含めて、以後、流量比と言ふ場合には NH_3/SiH_4 の値を言うこととする。

第 1 表より、流量比、吸収端波長、伝搬損失には著しい相関性があり、流量比が増大する程吸収端波長は短波長となり、また伝搬損失が小さくなることがわかる。とくに、流量比が 2.5 以上で吸収端波長が 216 nm 以下のものは、伝搬損失が 1 dB/cm 以下となり極めて良好な光学特性が実現で

N 膜) の光学薄膜の場合につき説明する。

前述の SiH_4 、 NH_3 、 N_2 の反応ガスに加えて N_2O を用いることで、屈折率が 1.6 ~ 1.8 のシリコンオキシナイトライド膜の光学薄膜を形成して光導波路とした。なお、膜厚は 1 μm とした。

基板温度 300°C、圧力 0.5 torr、RF 周波数 400 Hz、 $N_2 = 1000$ SCCM、 $N_2O = 75$ SCCM の条件下で、各反応ガスの流量を変化させ、流量比 (NH_3/SiH_4) と吸収端波長と伝搬損失との関係を求めた結果を第 2 表に示す。

第 2 表より、シリコンオキシナイトライド膜の光学薄膜においても、シリコンナイトライド膜の光学薄膜の場合と同様に、流量比が増大するとともに吸収端波長は短波長となり、伝搬損失は小さくなっていることがわかる。

とくに、流量比が 2.5 以上で吸収端波長 197 nm のものは伝搬損失 1 dB/cm 以下の良好な光学特性を実現できている。なお、伝搬損失 1 dB/cm のときの光導波路の屈折率は 1.75 である。

(以下、余白)

第 2 表

流量比 (上段) 伝搬損失 (下段)	吸収端波長
0.5 5.0 dB/cm	236 nm
1.5 2.0 dB/cm	220 nm
2.5 0.5 dB/cm	197 nm

薄膜の屈折率は、主に N_2O の流量に依存し、その流量が大きい程屈折率は小さくなっている。

第1図は、 N_2O の流量を変化させ、種々の屈折率の光導波路を作成し、流量比 (NH_3/SiH_4) をパラメータにして屈折率と吸収端波長と伝搬損失との関係を求めた結果である。第1図において

は、 N_2O の流量を変化させるにあたり、その流量が零の場合すなわちシリコンナイトライド膜形成の場合も含めて示している。

縦軸が屈折率を示し、横軸が吸収端波長を示す。屈折率を固定して考えると、吸収端波長が短波長のものほど伝搬損失は小さく、長波長になるにつれ大きくなっていることがわかる。この傾向は屈折率が 1.6 ~ 1.9 の範囲のすべてにおいて成立している。

伝搬損失 1.0 dB/cm を実現する屈折率と吸収端波長の関係は第1図において塗りつぶした黒丸で示されており、屈折率が小さい程吸収端波長は短くなる。

そして、この伝搬損失 1.0 dB/cm 以下を実現する吸収端波長 λ と屈折率 n との間には、第1図において破線で示す通り

$$\lambda = 107 \times n + 14 \quad \dots \quad (1)$$

なる関係が成立している。

この関係式は、前述の伝搬損失が 1 dB/cm 以下のシリコンナイトライド膜およびシリコンオキシナ

イトライド膜の光学薄膜の屈折率と吸収端波長の関係について良くあてはまるものである。

更に、基板温度を常温 ~ 300°C、圧力を 0.3 torr ~ 0.9 torr、RF 周波数 13.56 MHz の成膜条件下や、上記実施例で用いた以外のプラズマ CVD 装置や ECR プラズマ CVD 法、光 CVD 法等で形成したシリコンナイトライド膜およびシリコンオキシナイトライド膜の光学薄膜について同様の実験を行なった結果、屈折率と吸収端波長が式 (1) をほぼ満たすものはすべて、伝搬損失が小さく、良好な光学特性を実現できた。

なお、ECR プラズマ CVD 法、光 CVD 法でも、吸収端波長は流量比 (NH_3/SiH_4) に依存し、流量比を 2.5 以上にすることで式 (1) をほぼ満たす光導波路が形成できた。

また、ここでは、He-Ne レーザー (波長: 632.8 nm) について述べたが、波長が 780 nm、830 nm 等の光源を用いても、式 (1) をほぼ満たす光導波路はすべて良好な光学特性が得られた。

なほ、本発明の光導波路は、基板上に例えば円形あるいは矩形状等の様に広がりをもって形成された膜状のものであっても、あるいは例えば所定幅、所定膜厚で所定の経路に沿って形成されたものであっても良いことは勿論である。

発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、従来にない優れた光学的特性の光学薄膜、光導波路を安定して得ることができ、その効果は大なるものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例における光導波路の伝搬損失特性図である。

代理人の氏名 弁理士 萩野重孝 ほか 1 名

第1図

